

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年6月18日現在

機関番号	53203
研究種目	若手研究(B)
研究期間	2011～2012
課題番号	23710019
研究課題名(和文)	デジタル化変色反応を基軸とする途上国対応型地下水汚染物質の オンサイト計測法の開発
研究課題名(英文)	Development of on-site analysis for pollutant in ground water based on digitization color reaction for developing country
研究代表者	
間中 淳	(MANAKA ATSUSHI)
富山高等専門学校・専攻科・助教	
研究者番号	90413757

研究成果の概要(和文): 通常の比色反応から急激な変色を示す変色反応を構築する手法を見出した。また、構築した変色反応を用いることで、フッ素等の環境汚染物質の変色数による目視分析を開発した。さらにチュニジアの高校生による本分析法の性能を評価した結果、溶液反応を用いることから、操作の簡易性や国内外における可搬性に課題があることが分かった。これらの課題を解決するため、今後は分析法の固相化を検討したいと考えている。

研究成果の概要(英文): It was found reaction with dynamic color change from conventional color reaction. Moreover, I could develop visual analysis for pollutant such as fluoride by counting number of color change using this color reaction. Furthermore, the proposed method was evaluated by user test of Tunisia's high school student. As a result, it was found that this method has problem in portability in Japan and overseas and simplicity of operation.

交付決定額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野: 複合新領域

科研費の分科・細目: 環境学・環境動態解析

キーワード: 目視分析、変色数、途上国、フッ素、ヒ素

1. 研究開始当初の背景

発展途上国における環境問題の一つに、これらの国において共通して多数報告されている飲用の地下水のフッ素、ヒ素による汚染があり、これらの物質の汚染度を把握することが求められている。しかしながら、資金、装置、知識・技術が非常に限られることから、先進国の分析技術をそのまま導入することが極めて困難なであり、これらの国では、オンサイトでできる分析技術の開発が重要な鍵となる。これまで、現場分析法として比色法などが開発されているが、色の濃淡で濃度を測定するた

め、分析結果が測定者の色覚の強弱に依存することから分析値の信頼性の問題が残されていた。

2. 研究の目的

本研究では、途上国における地下水汚染問題となるフッ素、ヒ素に関して誰でも明確に濃度を判定できる目視計測法の開発を目的に研究期間内に以下の3点の内容を検討した。

- (1) 各種比色分析の変色をデジタル化した反応系の構築・解析
- (2) 変色数による目視計測法の開発

(3) 途上国におけるオンサイト計測法としての分析性能の評価

3. 研究の方法

本研究内容の概要を次項の図1に示す。

(1) 濃度に応じて色調が変化する通常の変色反応においてある種の阻害反応を組み込むことで、ある濃度の閾値を境に急激に変色する反応系(デジタル化変色反応)が構築する。

(2) この構築した反応系において試薬濃度を変化させて添加したマイクロプレート上において、列単位で試料を加えると、試料濃度に応じて変色するマイクロプレートのウェル数が増えることから、変色数による濃度判定法を行う。

(3) さらに、構築した手法の分析性能を途上国の高校の実験授業にて評価する。

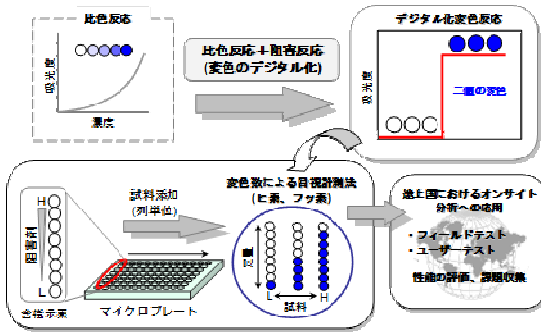


図1 本研究内容の概要

4. 研究成果

(1) 変色反応系の構築

フッ素の比色法に用いられるランタンアリザリンコンプレクソン(La-ALC)変色反応においてアルミニウムやジルコニウムイオンを共存させると、連続的な変色が一定のフッ化物イオンの濃度を境に急激な変色を示す変色反応に加わることを確認することができた(図2)。また、急激な変色が観測されるために要するフッ化物イオンの濃度が添加するアルミニウムイオンやジルコニウムイオンの濃度で制御できることが分かった。

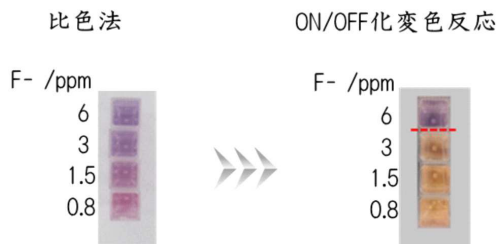
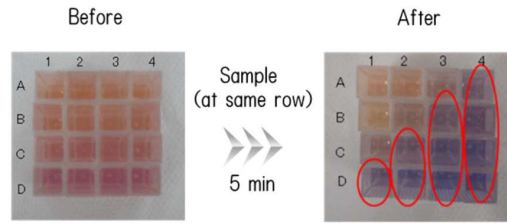


図2 変色反応のON/OFF化

(2) 変色数による目視分析法の開発
また、この変色反応を用いることで、変色数による目視分析も可能であった(図3)。さらに、本法は pH2~12 と幅広い pH 範囲での試料溶液に対して使用できることが分かった。また、共存物質の影響を検討したところ、鉄やアルミニウム等いくつかの物質の影響を強く受けることから、共存物質の影響を取り除く対策が今後の課題であると思われる。



[F-]=1:0.8, 2:1.5, 3:3, 4:6 ppm

図3 変色数による目視分析

(3) 現地の高校によるユーザーテスト

さらに、筑波大学北アフリカ研究センターの協力の下、チュニジアの高校において実験授業を開催し、現地の高校生による本分析法の性能を評価した(図4)。その結果、溶液反応を用いることから、操作の簡易性や国内外における可搬性に課題があることが分かった。これらの課題を解決するため、今後は分析法の固相化を検討したいと考えている。また、チュニジアのみならず、他の途上国においても同様のユーザーテストを行うことで、今後より各途上国の現状に合った実用的な分析法へ発展させたいと考えている。



図4 チュニジアの高校での実験

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計6件)

1. 間中淳、五十嵐淑郎、感度と簡易化の向上を目指すマイクロプレート濃度計測法の開発、分析化学(掲載決定、印刷中) 依頼論文(2013)

2. 間中淳, 澤井光, 佐藤祐, 五十嵐淑郎, オン・オフ型目視 - マイクロプレート法を用いる水道水中残留塩素の定量, 分析化学, 61 777-782 (2012).

3. A.Manaka, G.Yamazaki, T.Kawakami, M.Tafu and S.Igarashi, Effect of Addition of Aluminum Ion For Colour Reaction of Lanthanum Alizarin Complexone and Application to Visual Analysis of Fluoride ion, 2 nd International Symposium on WATER QUALITY AND HUMAN HEALTH: CHALLENGES AHEAD, (University of Peradeniya, Sri Lanka) 2013.3.16 p40 (査読付プロシーディング)

4. 間中淳, 強酸性水溶液中で働く金属イオンの固相抽出剤, ぶんせき(トピックス) 2013.p45.

5. 間中淳, 微小な固相反応場を用いた分析技術, ぶんせき(トピックス) 2012, p107.

6. 間中淳, 五十嵐淑郎, 数をかぞえて濃度を知る新しい環境モニタリング技術-eye-Mip法-, 「OHM」5月号 HEADLINE Review Energy & Environmental Technology, p2-3 (2011)

[学会発表] (計 11 件)

① 間中淳, 山崎元太郎, 五十嵐淑郎, アルミニウムイオン/アルフッソン系 ON/OFF 化変色反応に基づくフッ化物イオンの簡易分析法の開発, 日本化学会第 93 春季年会 (立命館大学) 2013.3.23 優秀講演賞受賞

② A.Manaka, G.Yamazaki, T.Kawakami, M.Tafu and S.Igarashi, Effect of Addition of Aluminum Ion For Colour Reaction of Lanthanum Alizarin Complexone and Application to Visual Analysis of Fluoride ion, 2 nd International Symposium on WATER QUALITY AND HUMAN HEALTH: CHALLENGES AHEAD, (University of Peradeniya, Sri Lanka) 2013.3.16

③ A.Manaka, G.Yamazaki, S.Igarashi, Visual analysis for fluoride based on binary color reaction with Lanthanum alizarin

complexone and Aluminium ion, International Forum on Ecotechnology (Takaoka city) 2012.12.16

④ 山崎元太郎, 間中淳, アルミニウムイオンによるアルフッソン比色反応の ON/OFF 化とフッ化物イオンの目視分析への応用, 第 12 回高山フォーラム (高山市図書館) 2012.11.16 最優秀賞受賞

⑤ Atsushi Manaka, Kazuya Tamura, Kohmei Harajiri, Shukuro Igarashi, Immobilization of color reaction with lanthanum alizarin complex for On-Off Type Visual Determination for Fluoride, ciety of Environmental Toxicology and Chemistry Asia Pacific 2012 (Kumamoto) 2012.9.26.

⑥ 山崎元太郎, 間中淳, 五十嵐淑郎, La-ALC / Zr 系に基づくフッ化物イオンの目視計測法の開発, 日本分析化学会第 61 年会年会 (金沢大学) 2012-9-19

⑦ A.Manaka, G.Yamazaki, S.Igarashi, Examination of Two Color discrimination Reaction for Visual Fluoride Determination, Analytical Research Forum 2012 (Durham University, U.K) 2012.7.2-4

⑧ A.Manaka, S.Igarashi, Examination for a binary color reaction for the visual analysis for fluoride, International Symposium on WATER Quality AND HUMAN HEALTH: CHALLENGING AHEAD (Sri Lanka) 2012.3.23

⑨ 大村真璃, 間中淳, ヨウ素滴定を利用した亜ヒ酸イオンの高視認性目視計測法に関する検討, 第 11 回高山フォーラム (高山市図書館) 2011.11.12 優秀賞

⑩ 間中淳・澤井光・五十嵐淑郎, デジタル化変色反応を用いる目視計測法の開発, 日本分析化学会第 60 年会 (名古屋大学) 2011.9.14 ロングディスカッション講演

⑪ 間中淳, 五十嵐淑郎, 二値化した変色反応に基づく明確な濃度の「見える化」技術, 第 3 回資源・環境対応セラミックス材料/技術研究討論会 (名古屋) 2011.6.29 招待講演

[産業財産権]

○取得状況 (計 1 件)

名称: 目視濃度定量法および反応容器
発明者: 間中淳, 五十嵐淑郎

権利者：国立高等専門学校機構、国立大学法人茨城大学

種類：特許

番号：特許 5024540 号

取得年月日：2012.6.29

国内外の別：国内

〔その他〕

○ホームページ

<http://www.toyama-nct.ac.jp/personal/manaka/kaken2011-12.html>

○アウトリーチ活動

- ・2012NEW 環境展(東京ビッグサイト) 出展 2012.5-26
- ・イノベーションジャパン 2011(東京国際フォーラム)出展および新技術説明会における発表 2011.9-21/22
- ・2011 NEW 環境展(東京ビックサイト) 出展 2011.5.24-27

○途上国における実験授業の開催

チュニジアのサディキリセ、アリアナリセリセにおける実験授業 (筑波大学北アフリカ研究センターとの共同事業)2012.6.21

○合同セミナーの開催

- ・福島大学との第 3 回分析化学合同セミナー (富山) 2012.9.4-5.
- ・福島大学との第 2 回分析化学合同セミナー (富山)2011.9.2-3

6. 研究組織

(1)研究代表者

間中 淳 (MANAKA ATSUSHI)
富山高等専門学校・専攻科・助教
研究者番号：90413757

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

- ・松永英之(MATSUNAGA HIDEYUKI)
産業技術総合研究所・東北サテライト・産学官連携コーディネータ
研究者番号：60157336
- ・五十嵐淑郎(IGARASHI SHUKURO)
茨城大学・工学部・教授
研究者番号：70150258
- ・高貝慶隆(TAKAGAI YOSHITAKA)
福島大学・共生システム理工学類・准教授
研究者番号：70399773
- ・川上智規(KAWAKAMI TOMONORI)
富山県立大学・短期大学部・教授
研究者番号：10249146
- ・入江光輝(IRIE MITSUTERU)

筑波大学北アフリカ研究センター・准教授

研究者番号：50451688

・袋布昌幹(TAFU MASAMOTO)

富山高等専門学校・専攻科・准教授

研究者番号：50270244